



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته



Thème



PREDICTION DE LA VITESSE DU VENT PAR LES RESEAUX À FONCTIONS DE BASE RADIALES

Encadreur :
Dr : Hassen BOUZGOU

Présenté par :
Meftah ELKALI

Juin 2012

PLAN DE TRAVAILLE

Ce mémoire est organisé comme suite:

Introduction générale

I) L'énergie renouvelable

II) Les réseaux de neurone

III) application des réseaux de neurones RBF pour la prédiction de la vitesse du vent en Algérie

Conclusion générale

Introduction générale

Les énergies renouvelables correspondent à des sources d'énergies des phénomènes naturels, tel que en Algérie ces ressources dépasser largement nos besoins. D'autre part L'Algérie amorce une dynamique d'énergie verte en lançant un programme de développement des énergies renouvelables (EnR) et d'efficacité énergétique.

Les énergies renouvelables se placent au cœur des politiques énergétique et économique menées par l'Algérie : d'ici de 2030, environ de 40% de la production d'électricité destinée à la consommation nationale sera d'origine renouvelable.

Le travail présenté dans ce mémoire a pour objectif l'évaluation et la mise en œuvre de la technique des réseaux de neurones artificiels (RNAs) utilisé dans la reconnaissance de formes appliquée dans le domaine de prédictive de vitesse du vent.

I) L'énergie renouvelable

Ce partie a pour l'objectif d'étudier le domaine de l'énergie éolienne et leur types et la construction d'éolienne

I.1: L'ENERGIE RENOUVLABLES (ER)

Les différents types d'énergies renouvelables les plus connus sont les suivants

I.1.1-L'énergie solaire

Les panneaux solaires permettent de transformer les rayons du soleil en électricité, Ou bien utilisée pour produire de la chaleur .



**panneau solaire convertie la radiation
solaire en électricité**



**centrale thermique
solaire avec stockage**

I.1.2-L'énergie éolienne

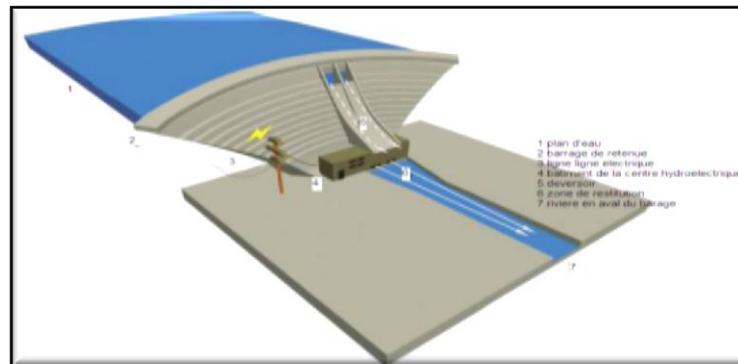
L'énergie éolienne est produite par l'air en mouvement, il obtenue à l'aide des éoliennes qui sont utilisées pour générer ce type d'énergie par la force du vent.



série des éoliennes

I.1.3-L'énergie hydraulique

l'énergie hydraulique est fournie par le mouvement de l'eau



centrale hydroélectrique avec réservoir et San
dérivation

I.2: L'ENERGIE EOLIENNE

L'énergie éolienne est l'énergie produite par le vent.

Et l'éolienne est composée a les pièces suivants

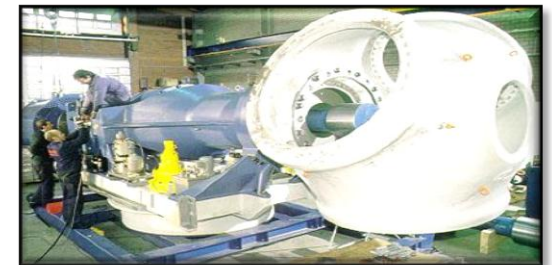
- **Les pales:** Elles transfèrent la puissance du vent au moyeu du rotor.
- **Le moyeu:** Il supporte les pales et relie le rotor à la nacelle.
- **Le rotor:** Le rotor est constitué de 2 à 3 pales et est relié à la nacelle par son moyeu. Il transforme l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique



Rotor et ses 3 pales

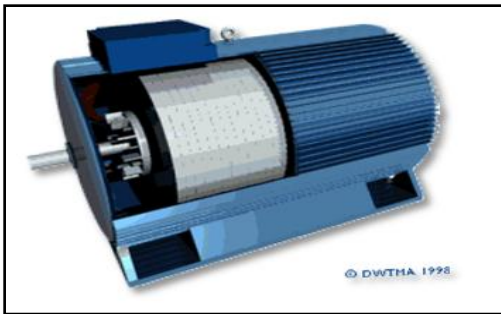


une pale d'éolienne



Moyeu lors de son assemblage avec l'arbre.

- **Boite de vitesse** : Augment la vitesse de l'arbre, ce vitesse transmise a la génératrice,
- **Système d'orientation de la nacelle \pales (Anémomètre et girouette)**: Une girouette permettant de déterminer la direction du vent, pour placer l'éolienne dans la meilleure position.
- **La génératrice**: La génératrice est un alternateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.



Une Génératrice en action.



Multiplicateur.

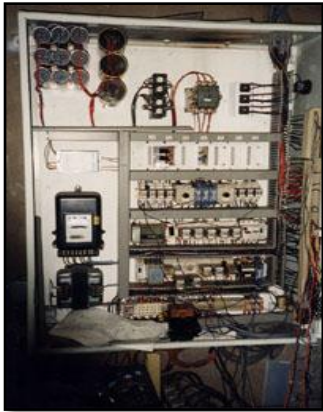


Girouette d'une moyenne éolienne.

➤ **Système contrôle-commande:** C'est un dispositif qui surveille l'état et le dispositif d'orientation. En cas de défaillance le système stop l'éolienne

➤ **La tour:** Elle soutient la nacelle et le Rotor.

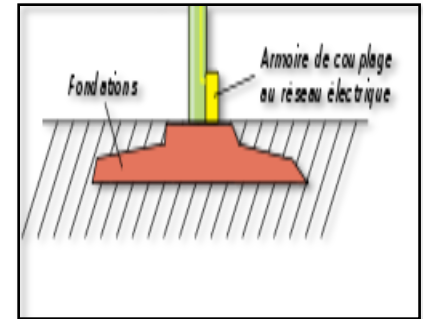
➤ **Fondation:** Support l'éolienne et leur pièces



Armoire de contrôle



Tour en cour de montage.



**exemplaire
de fondation**

II) LES RÉSEAUX DE NEURONE

Les réseaux neurones sont des modèles mathématiques et informatiques, des assemblages d'unités de calculs appelés "neurones formels" et dont l'inspiration originale était un modèle de la cellule nerveuse humaine.

II.1- Réseaux de neurones artificiels:

Un RNA peut être considéré comme une boîte noire, qui reçoit des signaux d'entrée et produit des signaux de sortie c'est un modèle mathématique composé d'un grand nombre d'éléments de calculs organisée sous forme de couches interconnectées .

II.2- Le neurone formel:

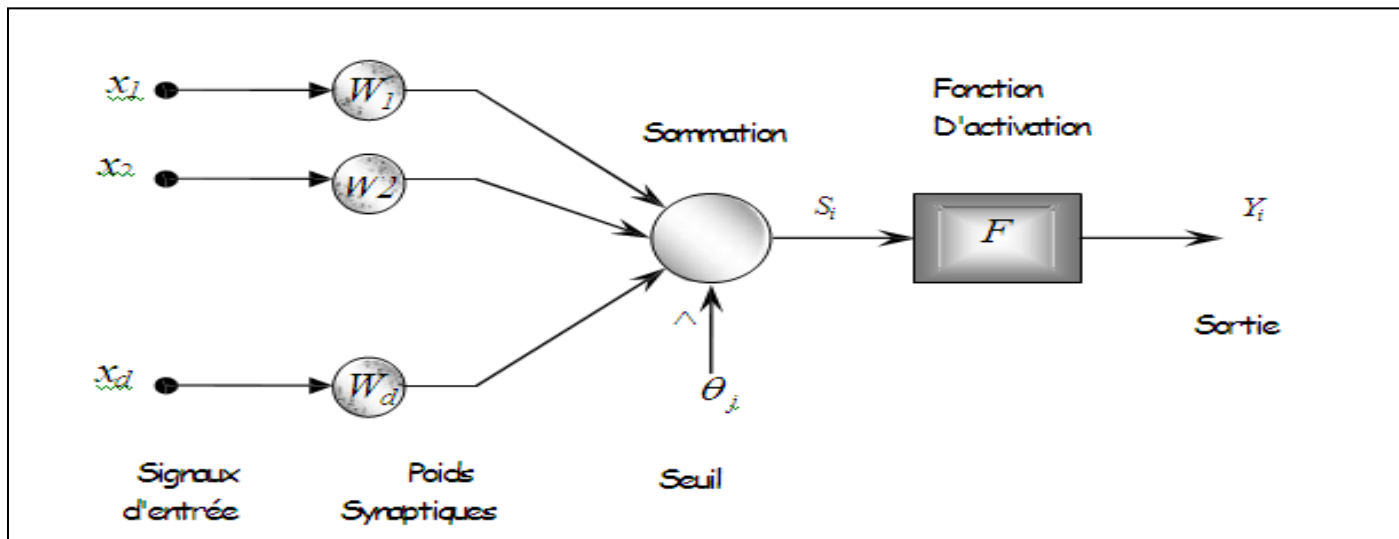
un neurone formel est un élément de traitement qui fait une sommation pondérée de n entrées x_1, \dots, x_n .

$$Y_i = F(\sum_{j=1}^n W_{ij} X_j + \theta_j)$$

W_{ij} : Coefficient synaptique ou poids θ_j associé à la i ème entrée du neurone j .

Parfois, il y a un terme additionnel représentant le seuil interne du neurone, ce

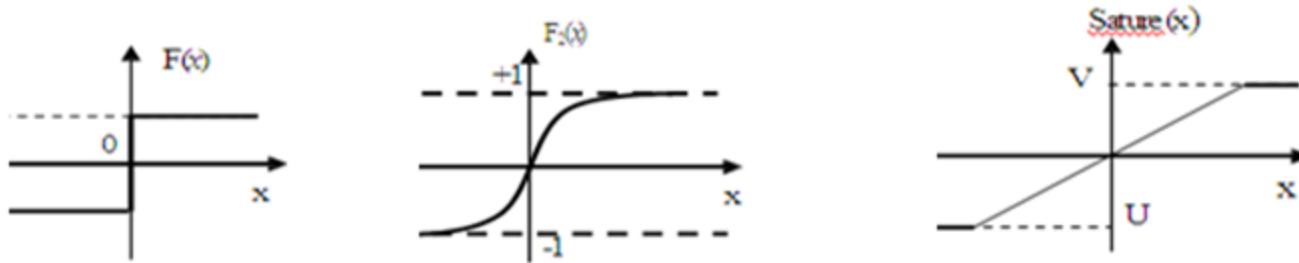
Terme est considéré comme un poids W_0 associé à une entrée constante,



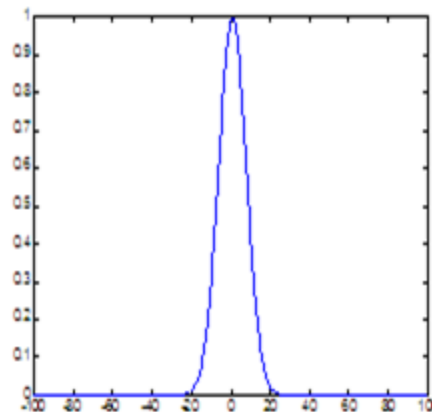
Le neurone formel.

II.3- Fonction d'activation :

Les fonctions d'activations les plus connu:



a) Fonction signe. b) Fonction sigmoïde (-1, +1). c) Fonction linéaire multi seuils.

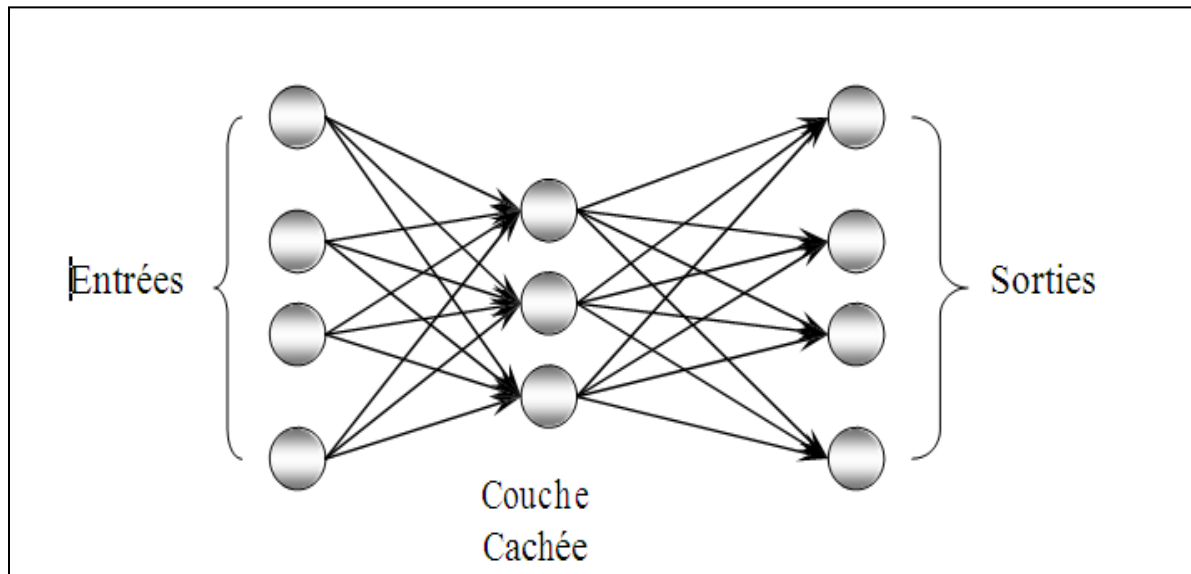


d) fonctions radiales

Les fonctions d'activations.

II.4. Les réseaux à couches :

Aujourd'hui les réseaux de neurones à couches ou multicouches sont les plus utilisés en reconnaissance des formes en raison de leur capacité à résoudre les problèmes de classification non linéaires par l'utilisation de l'algorithme de rétropropagation du gradient pour le calcul des poids des connexion des neurones des couches internes.



Réseau à couche

II.5- L'apprentissage :

L'objectif de l'apprentissage est de fournir une méthode au réseau afin qu'il puisse ajuster les poids du système

On a deux types d'apprentissages

- **Apprentissage supervisé :**
- **Apprentissage non supervisé**

II.6- Quelques modèles de réseau de neurones :

II.6.1- Le modèle du perceptron :

Un perceptron comprend trois éléments principaux :

- **Une couche d'entrée :**
- **Une ou des couches cachées**
- **Une couche de sortie**

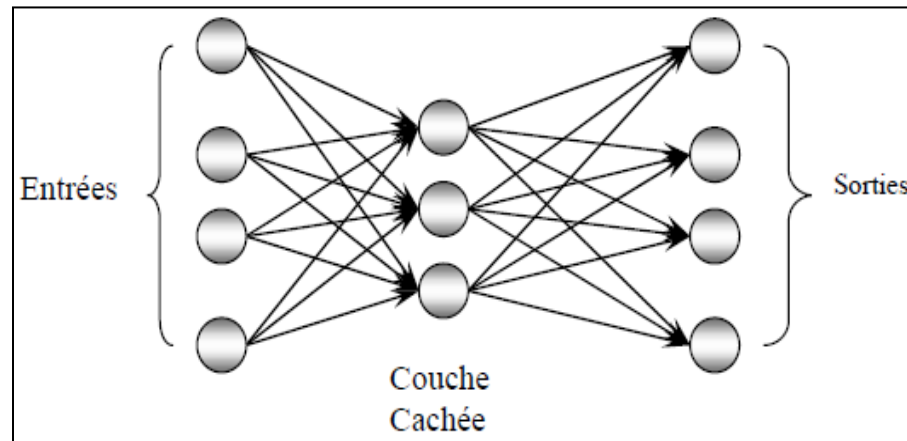
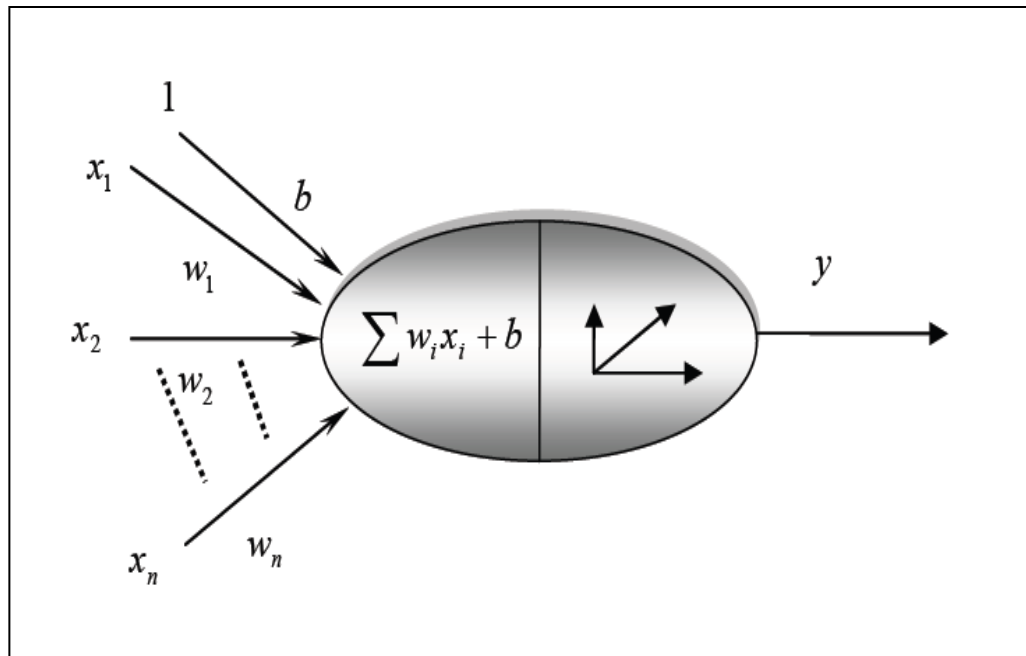


Schéma d'un perceptron.

II.6. 1- Règle d'apprentissage :

La règle d'apprentissage utilise la descente de gradient de la fonction de la somme des erreurs quadratiques



Architecture de l'Adaline

II.7 Le rétropropagation

la découverte de l'algorithme de rétro propagation peut être appliqué à n'importe quel système composé de plusieurs sous systèmes élémentaires qui peuvent être représentés par des fonctions connues.

II.7.1- Principe :

Pour converger vers le minimum d'erreur, on procède par la méthode du gradient, cette technique ajuste les poids dans la direction opposée du gradient instantané de

La fonction d'erreur

$$\Delta_K = \frac{\partial E_K}{\partial W_K}$$

$$e(t) = [y_d(t) - R(t)]$$

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^T E(t) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^T [y_d(t) - R(t)]^2$$

T : est l'ensemble des exemples d'entraînement.

$y_d(t)$: Est le vecteur de sortie désiré.

$R(t)$: Celui du réseau.

W : vecteur des poids

II.7.2 -Adaptation des poids

Les paramètres (poids) sont ajustés par la méthode de la descente du gradient :

$$W_{ji}^L(n+1) = W_{ji}^L(n) + \Delta W_{ji}^L(n)$$

Où :

$$\Delta W_{ji}^L(n) = -\mu \frac{\partial E}{\partial W_{ji}^L(n)}$$

Avec :

n : C'est le numéro de l'itération.

μ : Pas d'apprentissage désignant la vitesse de convergence, sa valeur est généralement Choisie expérimentalement

III) APPLICATION DES RÉSEAUX DE NEURONES RBF POUR LA PRÉDICTION DE LA VITESSE DU VENT EN ALGÉRIE

ce travail a pour objectif d'évaluation et la mise en œuvre de la technique des réseaux de neurones artificiels (RNAs) utilisé dans le domaine de la reconnaissance de formes appliquée pour la prédiction de la vitesse du vent.

III.1-les réseaux de neurones a base radiale:

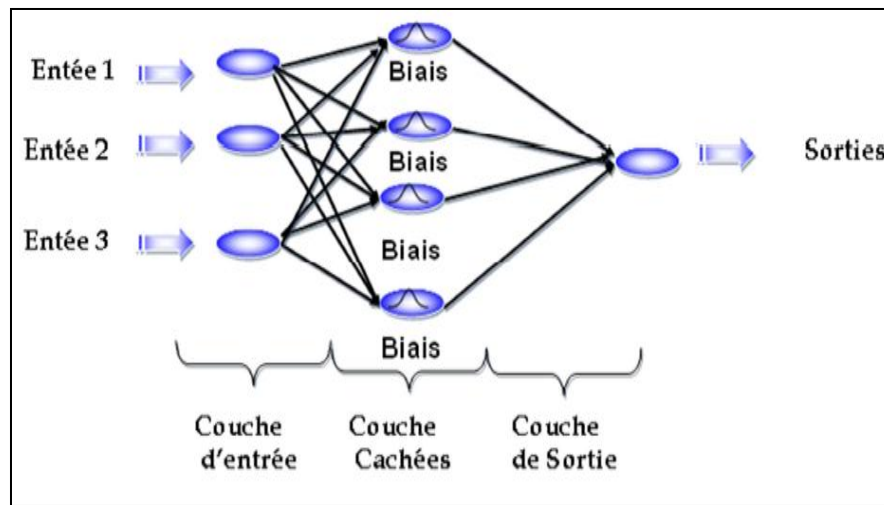
Les réseaux de neurones à base radiale (ou *RBF* en anglais pour « Radial Basis Function ») sont une classe particulière des réseaux de neurones multicouches.

Qui contient

- Couche cachée de cellules à fonction d'activation radiale,
- Couche de sortie (combinaison linéaire sur la couche cachée)

Lors de l'étape de construction du réseau, il y a quatre paramètres principaux à régler

- Le **nombre** de neurones RBF.
- La **position** des centres des gaussiennes de chacun des neurones.
- La **largeur** de ces gaussiennes.
- Le **poids** des connexions entre les neurones RBF et le(s) neurone(s) de sortie.



Architecture d'un Réseau de Neurone RBF

III.2- La fonction a base radiale

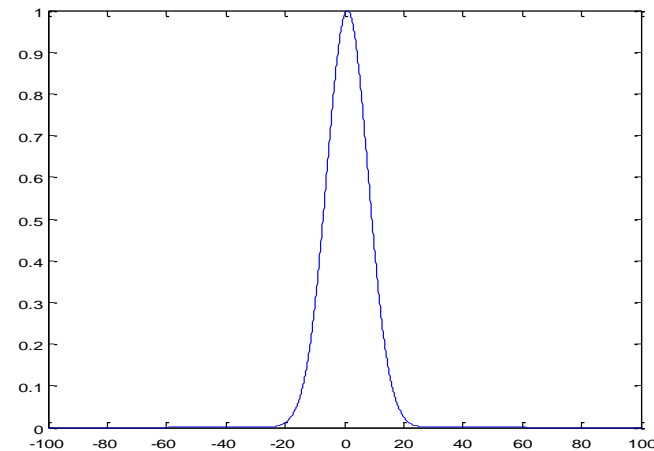
la fonction gaussienne reste cependant la plus utilisée.
Sa forme générale de La fonction **gaussienne** est donnée par :

$$H(\mathbf{x}) = \exp \left(-|\mathbf{x} - \mathbf{c}|^2 / 2\mu^2 \right)$$

Avec y est une entrée scalaire, et $\mu > 0$.

C :le centre

μ :le rayon .



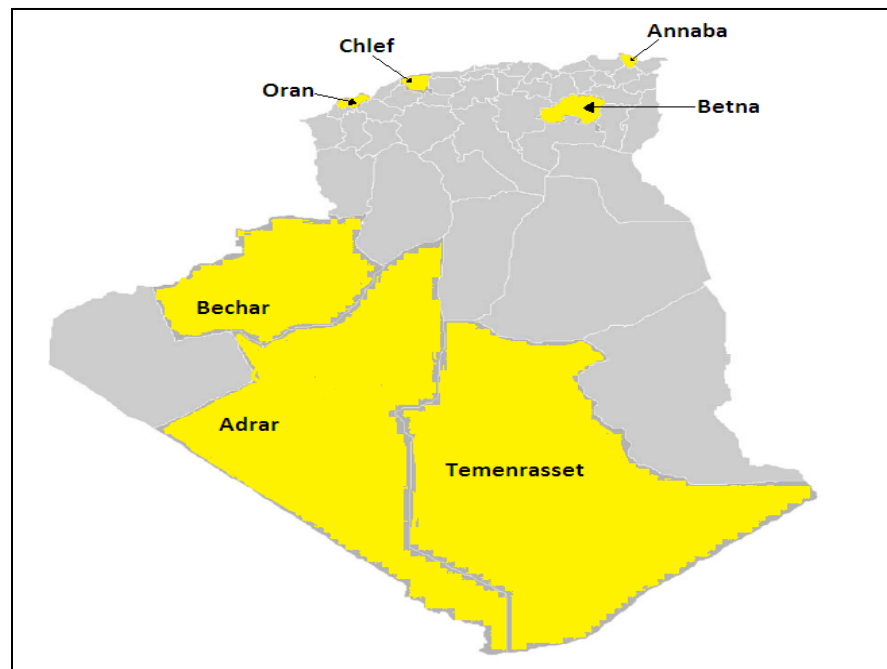
Quelques
fonctions radiales

III.3-Base de données expérimentale :

Les données sont extraites expérimentalement à partir de 7 stations météorologiques dans le territoire Algérien couvrant les 4 directions nord, sud, est et ouest.

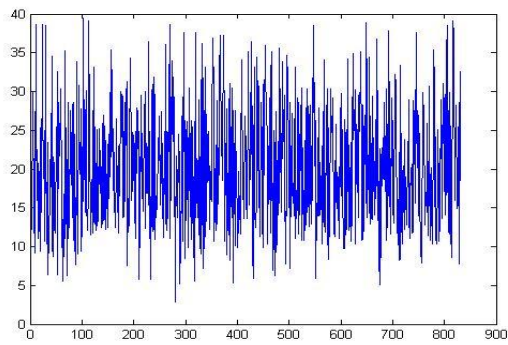
Location	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Adrar	27.88	-0.28	263
Annaba	36.83	7.81	4
Batna	35.75	6.18	1052
Bechar	31.5	-2.23	773
Chlef	36.21	1.33	143
Oran	35.63	-0.6	90
Tamanrasset	22.8	5.46	1377

renseigne sur les différents paramètres réels d'entrée du système.

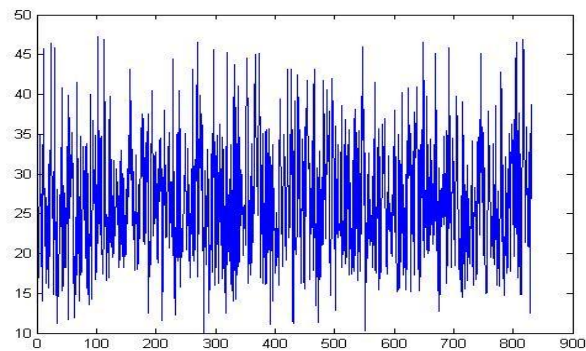


Carte représentant les régions étudiée.

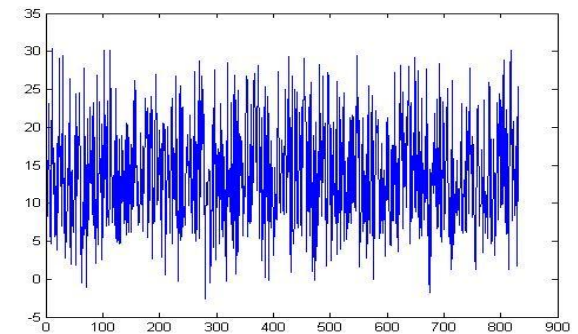
III.3.1-Les paramètres météorologiques d'entrée:



La courbe de la température moyenne en fonction du temps

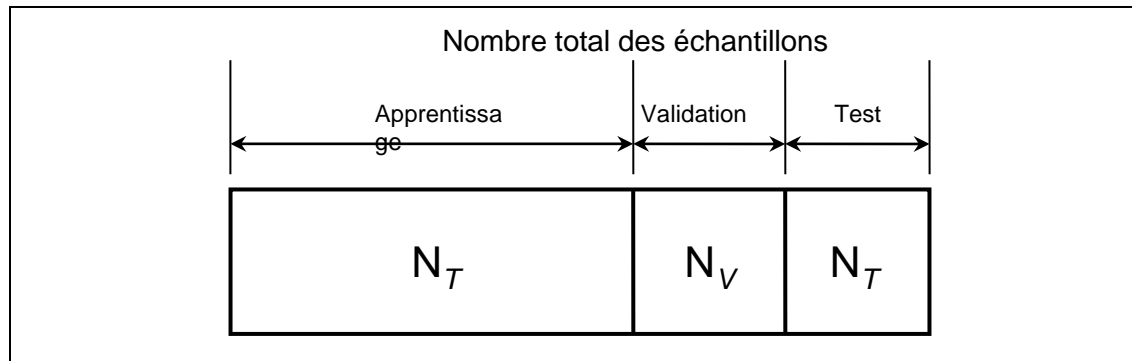


Courbe de la température maximale en fonction du temps



Courbe de la température minimale en fonction du temps

III.3.2-Répartition des données



répartition des données

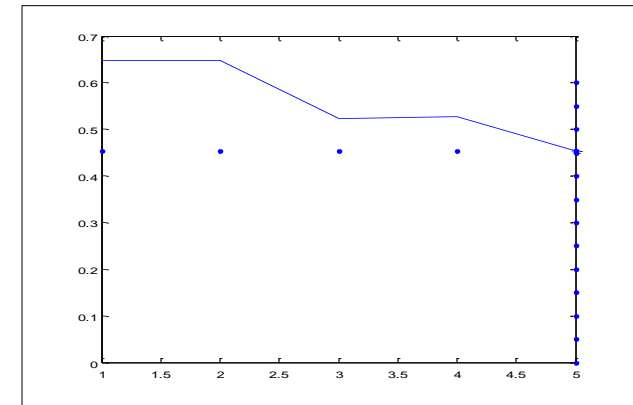
Avant de construire un modèle, les échantillons sont souvent subdivisés en «apprentissage», «validation» et «test» des ensembles.

III.4-Recherche de la structure optimale des RBFs :

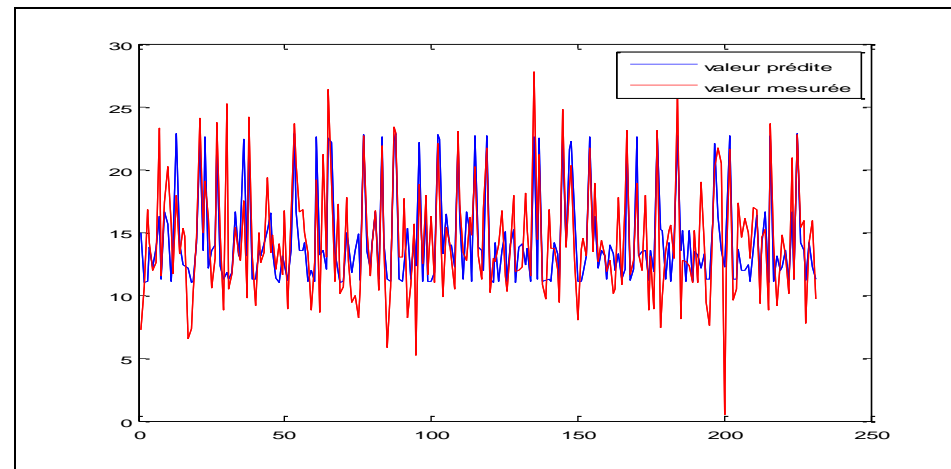
III.4.1-Espace de recherche (1-5 neurones) :

Dans ce cas le nombre optimal a été obtenu utilisant 5 neurones dans la couche cachée avec une erreur de 0.4145 pour l'ensemble de test.

La courbe réelle et la courbe prédite par notre réseau sont illustrées dans la figure suivante :



variation de l'erreur en fonction de nombre du neurone dans le cas de 5 itérations

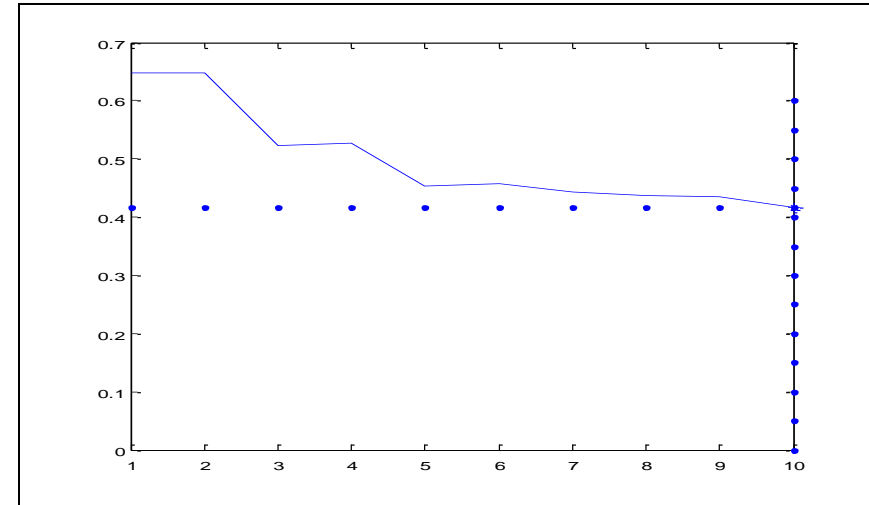


la réponse du système en rouge et la valeur mesurée en bleu (5 itérations)

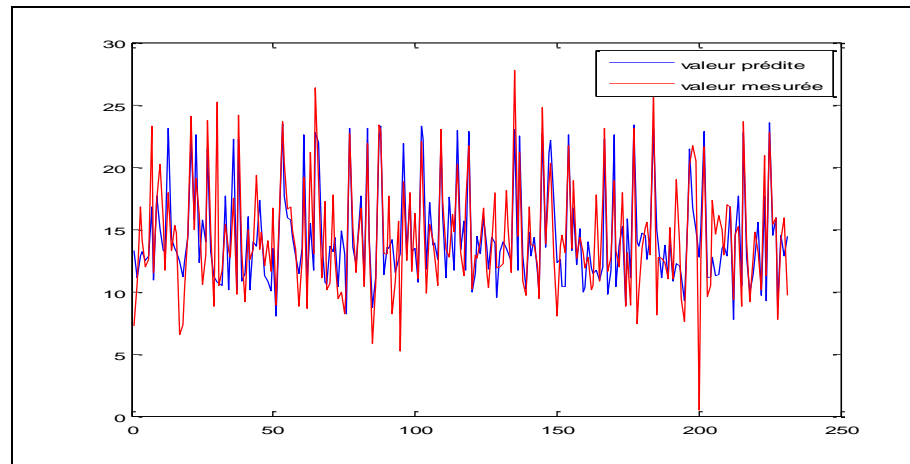
III.4.2-Espace de recherche (1-10 neurones) :

Dans ce cas le nombre optimal a été obtenu utilisant 10 neurones dans la couche cachée avec une erreur de 0.4143 pour l'ensemble de test.

La courbe réelle et la courbe prédite par notre réseau sont illustrées dans la figure suivante :



variation de l'erreur en fonction de nombre du neurone dans le cas de l'espace de recherche (1-10)

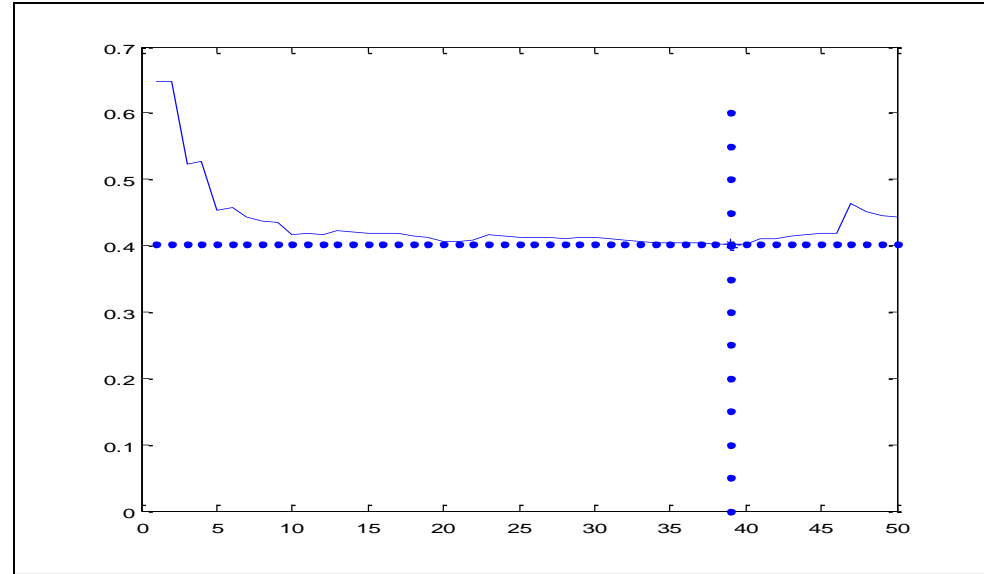


la réponse du système en rouge et la valeur mesurée en bleu (espace 10)

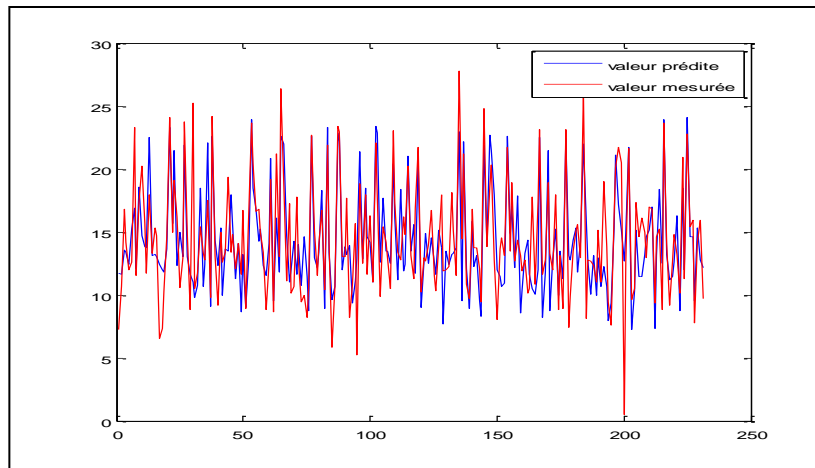
III.4.3-Espace de recherche (1-50 neurones) :

Dans ce cas le nombre optimal a été obtenu utilisant 39 neurones dans la couche cachée avec une erreur de 0.4034 pour l'ensemble de test.

La courbe réelle et la courbe prédite par notre réseau sont illustrées dans la figure suivante :



variation de l'erreur en fonction de nombre du neurone dans le cas de l'espace de recherche (1-50)

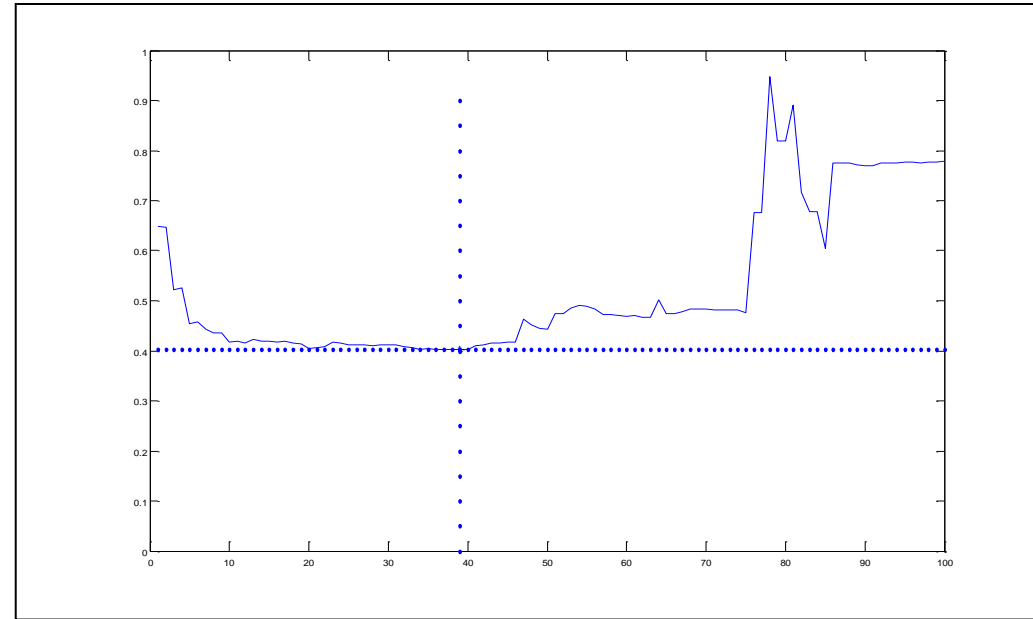


la réponse du système en rouge et la valeur mesurée en bleu (espace 50)

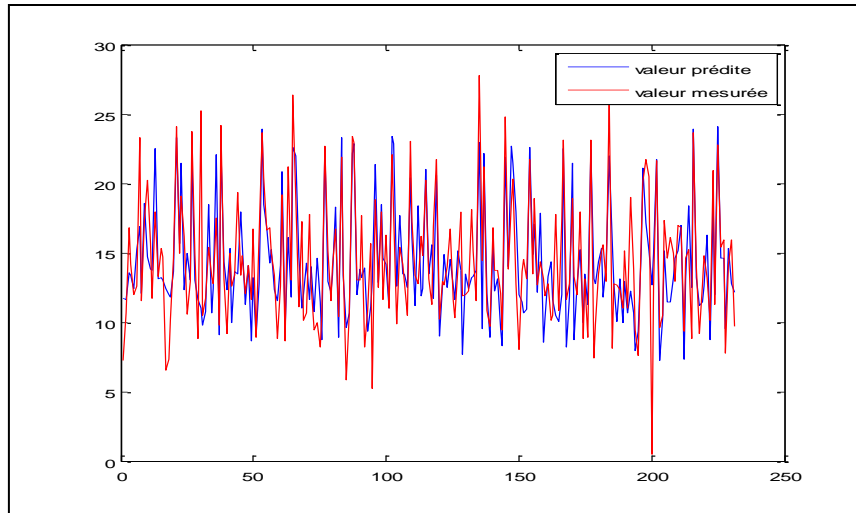
III.4.4- Espace de recherche (1-100 neurones) :

Dans ce cas le nombre optimal a été obtenu utilisant 39 neurones dans la couche cachée avec une erreur de 0.4034 pour l'ensemble de test.

La courbe réelle et la courbe prédite par notre réseau sont illustrées dans la figure suivante :



variation de l'erreur en fonction de nombre du neurone dans le cas de l'espace de recherche (1-100)

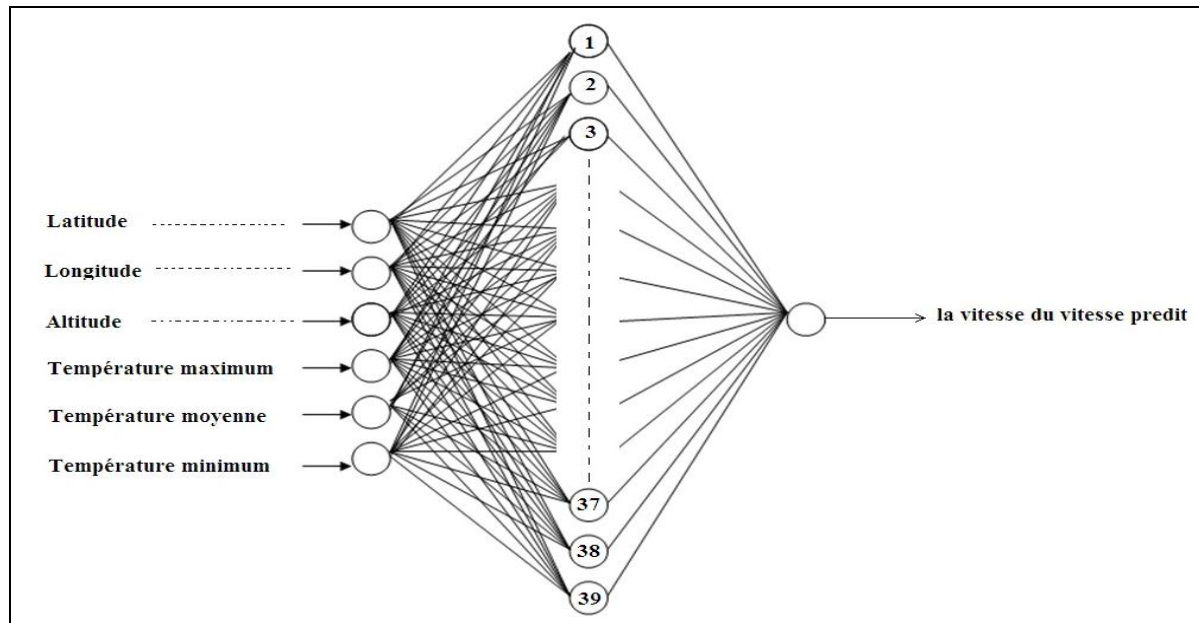


la réponse du système en rouge et la valeur mesurée en bleu
(espace 100)

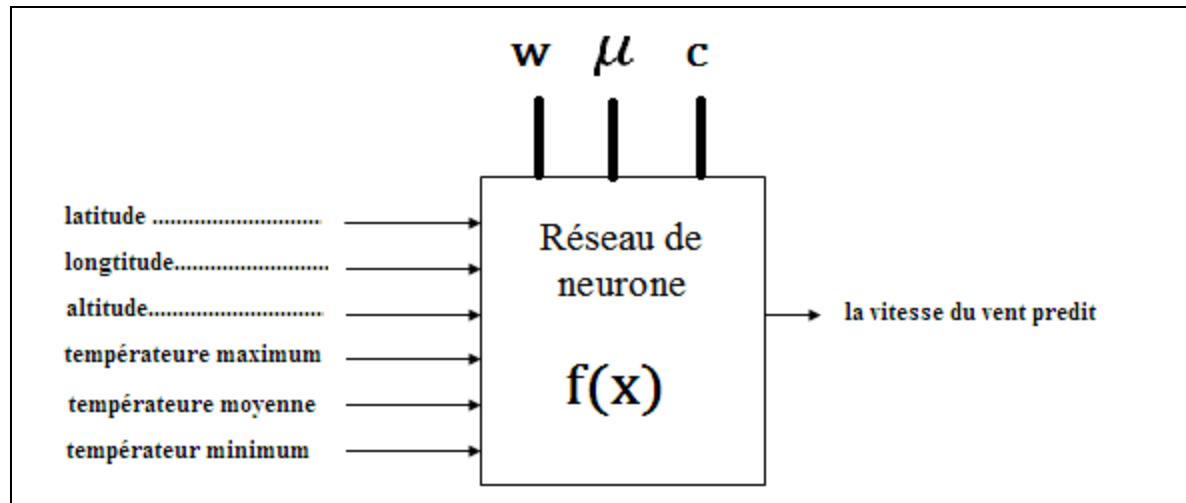
Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenu :

Base de données	Espace de recherche groupé	Nombre optimal de neurones	RMSE
Base réelle de 831 vecteurs TR=400 VL=200 TST=231	1-5	5	0.4145
	1-10	10	0.4143
	1-50	39	0.4034
	1-100	39	0.4034

résultats de prédiction



architecture estimée du RNA(RBF)



architecture simplifiée estimée du RNA(RBF)

CONCLUSION GENERALE

l'objectif de ce travail est de développer un modèle neuronal qui pourra être utilisé

➤ pour prédire la moyenne mensuelle de la vitesse du vent qui sera valable pour tout le territoire algérien en l'absence de mesures réelles au sol.

➤ pour le dimensionnement d'une installation d'éolienne qui servira à l'alimentation d'une région ou usine ou des bâtiments isolée pour les premières pas de développement d'éolien en Algérie.

A detailed illustration of a red rose with green leaves, set against a white background. The rose is positioned in the upper right, and its reflection is visible in the water below. A light blue rectangular box with a thin blue border is centered over the image, containing the text "Merci de votre attention".

Merci de votre attention